Aus der Zahnärztlichen Universitätsklinik und -Poliklinik
in Hamburg
Direktor: Prof. Dr. Precht †

Über histologische Befunde an einem Odontom vom Hund

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Hansischen Universität Hamburg

vorgelegt von

GOTTFRIED HOFFMANN
Zahnarzt
aus Wernigerode a/Harz

Hamburg 1939

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Pflüger

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Hansischen Universität Hamburg

Dissertationsdruck A. Preilipper, Hamburg 11, Admiralitätsstr. 16 - Ruf: 36 50 89.

Obwohl den Odontomen als verhältnismäßig seltenen und fast immer ausgesprochen harmlosen Tumoren eine größere praktische Bedeutung nicht zukommt, ist ihnen doch von jeher durchaus kein geringes wissenschaftliches Interesse entgegengebracht worden. Diese Tatsache findet darin ihre Begründung, daß in Odontomen in einzigartiger Weise Gewebe ektodermaler wie mesodermaler Abkunft in ein pathologisches Wachstum geraten, was zu charakteristischen Entwicklungformen und Lebensäußerungen der beteiligten Gewebskomponenten führt. Ihren besonderen Reiz erhalten diese Tumoren durch das Vorhandensein spezifischer Zahnhartsubstanzen, die auf Grund abhängiger Differenzierungsvorgänge der einzelnen Gewebe gebildet werden und durch Variieren in ihrer Gewebsreife jene in der Geschwulstpathologie wohl einzigartige morphologische Vielgestaltigkeit der Odontome bedingen.

Verbesserte diagnostische Hilfsmittel, insbesondere die weitgehende Verwendung der Röntgenstrahlen, haben wohl hauptsächlich dazu beigetragen, daß in den letzten Jahrzehnten die Kasuistik der Odontome bedeutend angewachsen ist. Trotz der hierdurch ermittelten vielseitigen Kenntnisse besteht jedoch über diese Bildungen, wie das Studium der einschlägigen Literatur lehrt, noch keineswegs volle Klarheit. Ist schon die Begriffsbestimmung und Einteilung noch sehr uneinheitlich, so herrschen vor allem betreffs der Ätiologie sowie der Histogenese der Odomtome verschiedene Ansichten. Weitere Beiträge auf diesem Gebiete dürften demnach erwünscht sein.

Wie bekannt, verläuft das Wachstum höher organisierter Odomtome in vieler Hinsicht nach den Grundregeln der normalen Odomtogenese, wodurch sich mitunter interessante Vergleichsmöglichkeiten mit entsprechenden Vorgängen bei der normalen Zahnentwicklung ergeben. Insbesondere vermittelt das Nebeneinander verschiedener Entwicklungstadien und Entwicklungsformen innerhalb der Odomtongewebe nicht selten wertvolle Einblicke in feinere histogenetische Vorgänge, die, wie manche veröffentlichte Arbeiten auf diesem Gebiete gezeigt haben, unter Umständen zur Klärung der in vielen Dingen noch unklaren Histogenese und Struktur der Zahnarztsubstanzen beitragen können. Eine nähere histologische Untersuchung von Odontomen nach diesen Gesichtspunkten ist fast immer interessant und lohnend.

Es ist kaum ersichtlich, warum in der zahnärztlichen Literatur Odontombefunde bei Säugetieren bis lang so gut wie gar keine Beachtung gefunden haben. Sicherlich ist dies zu Unrecht geschehen; denn ähnlich

wie betreffs der Struktur der Zahngewebe das vergleichend histologische Studium der Säugetierzähne manches in ganz anderem Lichte erscheinen ließ *(Adloff, Weidenreich* u. a.) als dies bei einer alleinigen Betrachtung sub specie hominis möglich war, könnte vielleicht auch bei der Untersuchung von Säugetierodontomen in der angegebenen Richtung verwertbares Material zutagegefördert werden.

Nach der Anzahl der bisherigen Beobachtungen zu urteilen, scheinen Zahngeschwulstbildungen bei Säugetieren, und zwar vornehmlich bei manchen Haussäugetieren kaum seltener vorzukommen als beim Menschen. Von verschiedenen Seiten wird übereinstimmend mitgeteilt, daß Odontome am häufigsten beim Pferd und Rind zu beobachten sind. Ferner sind sie bislang in mehreren Fällen bei Ziegen, ferner beim Schwein und nach *Marshall* auch bei Löwen, Bären, Elefanten, Schafen, sowie beim Kängeruh, Murmeltier, Aguti, Stachelschwein und vielen anderen Tieren gefunden worden.

Unter der nicht geringen Anzahl der in der Veterinär-medizinischen Literatur verzeichneten Odontomfälle befinden sich nur wenige Arbeiten, die sich mit genauen mikroskopischen Befundangaben befassen. In den meisten Abhandlungen hat im wesentlichen nur der klinische und der grob-pathologisch-anatomische Befund Berücksichtigung gefunden. Am häufigsten wurden die Geschwulstbildungen bei den betreffenden Tieren erst mit dem Auftreten stärkerer klinischer Erscheinungen entdeckt, wie Auftreibungen im Kiefergebiet, Entzündungen mit Abszeß- und Fistelbildungen, und gelangten infolgedessen erst in späteren Entwicklungsstadien zur Beobachtung. So konnten diese Odontome vielfach zu ganz enormen Dimensionen auswachsen. Nach *Marshall* befindet sich in der Tierarzneischule in Chikago ein derartiges monströses Gebilde, das dem rechten Oberkiefer eines 5 Monate alten Füllens entnommen wurde und 2700 g wog. Auch sonst sind Berichte von Tumoren, die Faustgröße besaßen und bis zu 1000 g schwer waren, keine Seltenheit. Unter Berücksichtigung einer Reihe näher beschriebener Geschwulstbildungen, die fast ausnahmslos von Pferden und Rindern stammen, ist im Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere von *E. Joest* eine Übersicht über das Odontomvorkommen bei den genannten Tieren gegeben. Danach sind Odontome meistens im Backenzahngebiet aber auch im Schneidezahngebiet gefunden worden. Es lassen sich sogenannte selbständige totale Odontome von sogenannten anhängenden partiellen Formen unterscheiden, wo nicht, wie bei den erstgenannten, das gesamte Zahnkeimgewebe tumorhaft entartet, sondern ein Teil der Zahnanlage, nämlich der Zahnkörper (Krone) normal gebildet ist. Die Geschwulstbildungen nehmen in allen Fällen vom Keimgewebe normaler oder überzähliger Zahnanlagen ihren Ausgang, die dem permanenten Gebiß zuzurechnen sind. Sie bilden meistens eine kompakte zahnharte Masse, die im wechselnden Mengenverhältnis aus Schmelz, Dentin und Zement zusammengesetzt ist. Schmelzsubstanzen sind oft nur spurenweise vorhanden; bisweilen fehlen sie vollständig, während Zementgewebe entsprechend der bedeutenderen Rolle, die das Zement beim Aufbau des Herbivorenzahns spielt, häufig in stark überwiegendem Maße vorhanden sind.

Bruder hat ein 620 g schweres Odontom aus dem linken Unterkiefer einer 8 Jahre alten Stute an Hand von Schliff- und Schnittpräparaten eingehend histologisch untersucht. Die Geschwulstmasse bestand hier größtenteils aus Zementgewebe und mehr oder weniger irregulär gebautem Dentin. Mit Ausnahme der Schmelzbedeckung der annähernd normal gebildeten Krone des ersten Prämolaren, der am linken Unterkiefer fehlte, und in der Geschwulst eingebettet war, war Schmelz nur in Form schmaler Säume zu beobachten, die mitunter an den Grenzstellen von Dentin und Zement dazwischenlagerten. In den meisten der in der Literatur beschriebenen Tierodontome setzte sich die Geschwulstmasse aus mehr oder minder zahlreichen in fibriösem Bindegewebe eingelagerten Hartsubstanzgebilden zusammen. So fand *Lohoff* im Oberkiefer eines Pferdes einen Tumor, der die Nasen- und Stirnhöhle ausfüllte und schätzungsweise 1000 Zähne und Zahnrudimente enthielt. In einem ähnlichen von *Logan* (zitiert nach Marshall) berichteten Falle befanden sich in der Maxilla eines Pferdes an 400 kleine „Zahnmißbildungen und Dentikel". *Leisering* untersuchte eine noch im Wachstum begriffenes Odontom aus dem Unterkiefer eines jungen Rindes, das unzählige wurzellose, aus Dentin und Schmelz bestehende kappenartig aussehende Gebilde produzierte. Von *Sutton* ist ein ähnlicher Fall bei einer Ziege mitgeteilt worden. Fernerhin sind Geschwülste zur Beobachtung gelangt- die lediglich aus zementähnlichen Substanzen zusammengesetzt waren. *Joest* fand in der Spongiosa des Oberkiefers eines 20jährigen Pferdes walnuß- bis erbsengroße, nur aus zementartigem Gewebe bestehender Gebilde, „die ihrem Bau nach Osteomen glichen". Er bezeichnet die Bildungen, die womöglich als Parallelerscheinungen zu den beim Menschen beobachteten Zementtodontomen *(Siegmund—Weber)* anzusehen sind, als odontogene Pseudoosteome und stellt sich ihre Entstehung so vor, daß „das Zementgewebe Dentin und Schmelz überwuchert und allmählich vollkommen verdrängt hat".

Eine gesonderte Stellung dürften die hauptsächlich aus Zementwucherungen bestehenden Wurzelodontome einnehmen, die bei Säugetierzähnen vielfach gesehen worden sind. Nach Marshall sollen diese Wurzelodontome besonders häufig bei Nagetieren zu finden sein, was nach Ansicht des genannten Autors mit dem Umstand, daß die Nagetierzähne aus persistierenden Pulpen wachsen, in irgend einem ursächlichen Zusammenhang stehen soll.

Etwas eingehender sei hier schließlich noch ein interessanter Befund angeführt, den *Roth* über ein Odontom aus der Schädelhöhle einer Ziege veröffentlicht hat. Bei diesem Tier hatten sich innerhalb eines längeren Zeitraumes alle Symptome herausgebildet, die man sonst nur nach Entfernung des Großhirns oder Abtragung der Großhirnrinde zu Gesicht bekommt. Die Lebensäußerungen der Ziege wurden stetig träger und matter. Größere und kompliziertere motorische Bewegungen wurden im späteren Stadium ganz vermieden. Sie schien beständig in einen tiefen Schlag versunken zu sein, aus dem sie für kurze Zeit erwachte. Später kam Aufhören der Freßlust sowie Nachlassen jeglicher Willensäußerungen hinzu; nur auf starke äußere Reize hin erfolgte eine Reaktion. Eine genaue Untersuchung der Sinnesorgane ergab, daß das Tier vollkommen

erblindet war. Das Gehör schien beträchtlich gelitten zu haben und das Geruchsvermögen war vollständig verschwunden. Schließlich stellten sich Gerhirnerscheinungen in Form von motorischer Unruhe ein. Das Tier bewegte den Kopf nach allen Seiten und rollte auf dem Boden umher. Das vom Tierarzt konstatierte Symptomenbild der Drehkrankheit nahm von Tag zu Tag schlimmeren Charakter an, so daß das Tier geschlachtet werden mußte. Bei der Schädelsektion ergab sich, daß die Schädelhöhle statt von weichem Gehirn von einer steinharten Masse fast vollkommen ausgefüllt war. Vom Gehirn war nur noch eine mehrere Millimeter dicke Schicht vorhanden, welche das ganze Präparat überzog. In Gegend des Felsen- und Flügelbeines war der Tumor mit der Schädelbasis verwachsen und ließ sich nur mit Mühe von derselben absprengen. Am unteren Teil der 310 g schweren Geschwulst hob sich ein zahnartiges Gebilde von der übrigen knochenähnlichen Masse ab, das sich nur schwer herauslösen ließ und seinem Aussehen nach vom Berichterstatter als Rest eines Backenzahnes betrachtet wird. Die mikroskopische Untersuchung lieferte den Beweis, daß es sich um ein Odontom handelte. Schliffe aus verschiedenen Schichten zeigten „reine Dentinsubstanz mit sehr zierlichen Zahnröhrchen" und ferner ließ sich eine breite Schicht Schmelzsubstanz nachweisen. Der größte Teil der Geschwulst bestand aus knochen- bzw. zementartigem Gewebe, das in äußeren Schichten aus einem feinen Gerüst zierlicher Knochenbälkchen mit einem System von Lakunen und Kanälchen aufgebaut war. In tiefen Schichten fanden sich, teils *Havers*'sche Kanälchen mit Knochenkörperchen, teils fehlte das *Havers*'sche System völlig. Über die Entstehung dieser Geschwulst läßt sich aus dem Befund, wie angegeben wird, nichts Eindeutiges entnehmen. Der Autor mutmaßt, daß es sich bei dem oben genannten zahnartigen Gebilde um ein in die Schädelbasis aberrierten oder dislozierten Backenzahn handeln und der Tumor ein sogenanntes Dentalosteom darstellen könne, das von dem Zement dieses Zahnes seinen Ursprung genommen habe.

Bemerkenswert scheint uns dieser Fall besonders deswegen zu sein, weil es nach der von *Roth* gegebenen Darstellung viel näher liegt, hier an ein in sehr weit fortgeschrittenem Entwicklungsstadium befindliches Hypophysengangsodontom zu denken, jene äußerst seltene, beim Menschen nur in ganz wenigen Fällen beobachtete Geschwulstbildung.

Im folgenden soll über histologische Befunde an einem Odontom vom Hund berichtet werden, deren Veröffentlichung uns wertvoll erscheint, weil Odontombildungen an Hunden noch nicht bekannt geworden sind und zudem das Gebiß des Hundes dem des Menschen nächst dem des Affen am ähnlichsten ist, mithin also Vergleiche mit Strukturverhältnissen menschlicher Odontome in weiterem Maße zulässig sind.

Das unserer Betrachtung zugrundeliegende Präparat entstammt dem Unterkiefer eines etwa 2 Jahre alten Airedaleterriers. Dieses Tier besaß auf der fazialen Fläche des Unterkieferalveolarfortsatzes dicht unterhalb der Schneidezahnkronen eine zirkumskripte epulisartige Gewebsneubildung von etwa Kirschkerngröße. Sie saß ihrer Unterlage breitbasig auf, war gegen diese unverschieblich und zeichnete sich durch eine fast knochenharte Konsistenz aus. Die Geschwulst zeigte weder Wachstumstendenz, noch verursachte sie irgendwelche klinischen Symptome,

sondern machte sich bei dem Tier lediglich durch die den vollständigen Lippenschluß verhindernde Lokalisation in unschöner Weise bemerkbar. Auf Wunsch des Besitzers besagten Hundes wurde der Tumor von Herrn Prof. Pflüger exstirpiert. Der Eigriff konnte ohne Schaden für das wertvolle Tier ausgeführt werden und zeitigte nach komplikationsloser Abheilung der Operationswunde den gewünschten kosmetischen Erfolg. Herr Prof. Pflüger überließ mir freundlicherweise das exzidierte Gewebsmaterial zwecks histologischer Untersuchung und stellte mir die hierzu erforderlichen Hilfsmittel in der hiesigen Zahnärtzlichen Universitätsklinik zur Verfügung.

Das Präparat wurde nach vorheriger Entkalkung in Zelloidin eingebettet und in Schnitte von 20—25μ Dicke zerlegt. Die unter Anwendung des Stufenschnittssystems erhaltenen histologischen Schnitte wurden mit Haematoxylin Eosin und zum Teil nach van Gieson, Mallory und Perdrau gefärbt.

Bei der histologischen Untersuchung erwies sich der Tumor als ein weitgehend differenziertes, selbständiges Odontom, dessen Strukturverhältnisse an Hand der beigefügten Mikrophtogramme geschildert seien. Die Abbildungen 1, 4, 11, 12, 15 finden sich am Schluß der Arbeit. Die übrigen sind nur im Manuskript vorhanden. Der mit Abb. 1 wiedergegebene Präparatquerschnitt mag zunächst Umfang und Lokalisation der Geschwulstbildung veranschaulichen, die als gut umschriebene Masse zwischen spongiösem Knochengewebe des Unterkiefers und der gingivalen Mundschleimhaut eingelagert ist. Die Geschwulstmasse selbst präsentiert sich als Konglomerat heller oder dunkler tingierter Hartgewebsformationen, das bei näherer Untersuchung leicht als ein Gemisch von Zahnhartgeweben zu erkennen ist. Das bei weitem vorherrschende Strukturelement bildet regulär gebautes Dentingewebe, dessen sehr unterschiedlicher Verkalkungsgrad mit der hierdurch bedingten im Haematoxylin-Eosin-Präparat von hellrosa bis dunkelblau wechselnden Färbung eine außerordentliche Buntheit des histologischen Bildes verursacht. Die Zahnbeinmassen sind in Form regellos gestalteter Gebilde angeordnet, die mit ihren vielfach rundlichen Querschnitten und zentralen pulpaähnlichen Hohlräumen (Abb. 1 bei d) oft an zahnartige Bildungen erinnern. Wie die genauere Betrachtung der histologischen Bilder zeigt, stellt die Neubildung in der Hauptsache nichts anderes dar als ein Gewirr kleiner und kleinster, miteinander verwachsener und ineinander geschachtelter oder auch einzeln in fibriösem Bindegewebe liegender Zahngebilde. Bei manchen dieser Gebilde ist bereits in ihrer äußeren Form eine gewisse Zahnähnlichkeit unverkennbar. Man kann durch die Schnittserie hindurch mitunter deutlich einen Kronenteil von einem regelrecht ausgebildeten Wurzelteil unterscheiden und findet, daß mit Ausnahme des fehlenden Schmelzmantels sämtliche Bestandteile des normalen Zahnorganes vorhanden sind. Selbst ein zweiwurzeliges, fast molarenartig aussehendes Zähnchen wurde beobachtet (Abb. 2).

Bezüglich des feineren histologischen Aufbaues der Odontomzähnchen wie auch in der Anordnung der drei Zahngewebe Dentin, Zement und Pulpagewebe findet man der Norm weitgehend identische Verhältnisse vor, wobei oft bis in Einzelheiten hinein die Struktureigentümlichkeiten

des Zahnes, speziell des Hundezahnes, imitiert werden. So beobachtet man bisweilen vollkommen normal aussehendes Dentingewebe, das genau so wie im normalen Zahn pulpawärts einen schmalen, von Odontoblasten besetzten Prädentinsaum besitzt, während an der Peripherie eine kanälchenärmere sogenannte Manteldentinschicht (*Weidenreich)* unterschieden werden kann (Abb. 3). Im Wurzelteil wird das Dentin jeweils außen von einer dünnen Faserzementschicht bedeckt, die sich am Wurzelapex zu einer für diese Gegend charakteristischen, mehr oder minder mächtigen Lage Zellulärzementes zu verdicken pflegt (Abb. 2, 15, 16, 17).

Nach deutlich erkennbarem Prismenschmelz sucht man im vorliegenden Odontom vergeblich. Dagegen bemerkt man an den zementfreien, dem Kronenteil der Geschwulstzähnchen entsprechenden Partien, wo eigentlich Schmelz zu erwarten wäre, immer einen schmalen Streifen sich mit Haematoxylin-Eosin nicht einheitlich tiefblau bis rötlich-violett färbender Substanzen umsäumt, die unmittelbar gegen die Dentinschicht abgelagert sind und in der Regel von Schichten rundlicher oder abgeplatteter Epithelzellen von der Umgebung getrennt werden (Abb. 4, 5). Da es sich bei diesen den koronalen Teil der Geschwulstzähnchen in charakteristischer Art und Weise umgebenden Epithelformationen nur um Schmelzorganreste handeln kann, schien es naheliegend, die zwischen diesen und der Dentinoberfläche befindlichen dunkeltingierten Substanzen für abnorme Bildungsprodukte des Schmelzepithels zu halten. Diese Annahme fand ihre Bestätigung in dem färberischen Verhalten bei von *Gieson*'scher Färbung, wo die fraglichen Substanzen im Unterschied zu den rotgelben mesodermalen Geweben die gelblich-grüne Tönung des Epithels annehmen und damit ihre epitheliale Abkunft beweisen.

Die Beschaffenheit dieser offenbar an Stelle von Schmelz gebildeten Epithelprodukte ist verschieden. Zum größten Teil beobachtet man in den genannten Farbschattierungen teils klumpige, bröckelige, teils homogene Substanzen, die ohne irgendwelche Struktur sind (Abb. 5 und 6). Mitunter findet man heller gefärbte transparentere Partien, die einen mehr oder weniger deutlich hervortretenden faserigen Aufbau wahrnehmen lassen (Abb. 6) und sich dem Aussehen gewisser atypischer Schmelzsubstanzen nähern, die bei patholgischer Schmelzbildung in Zahngeschwülsten beim Menschen beobachtet und als „Faserschmelz" *(Pflüger—Schürmann)* bezeichnet worden sind. Innerhalb der mehr rötlich-violett gefärbten, meist homogen erscheinenden Substanz, ist an einigen Stellen bei starker Vergrößerung ein System senkrecht oder schräg zur Dentinoberfläche verlaufender paralleler, oft gewellter Linien nachzuweisen, die unschwer als Konturlinien schmelzprismenartiger Säulchen erkennbar sind (Abb. 7). Wenn hierbei von einem echten Schmelz zwar noch nicht gesprochen werden kann, so handet es sich doch um einen ganz deutlichen Versuch, Prismenschmelz zu produzieren, wobei das Schmelzepithel anscheinend über die Bildung einer unfertigen, etwa einer Art Vorschmelz darstellenden Substanz nicht hinauskam.

Die Zahngebilde liegen in einem grobfaserigen Bindegewebe eingebettet (Abb. 4), wie auch die gesamte Geschwulst von einer Bindegewebsschicht umhüllt ist, wodurch eine deutliche Abgrenzung von der Umgebung ermöglicht wird. In dem der Mundhöhle unmittelbar benach-

barten Bezirk ist die Bindegewebshülle mit samt der deckenden Schleimhaut gewebszerstörenden Einflüssen zum Opfer gefallen. Die mit dem Wachstum der Geschwulst erfolgte Vorwölbung der gingivalen Mundschleimhaut setzte diese vermehrten mechanischen Insulten aus, die zu Epitheldefekten und damit zur Infektion führten. Infolgedessen sind leider große Teile des Odontomes, und zwar in erster Linie die der Neubildung zugehörigen Weichgewebe durch Entzündung und deren Folgeerscheinungen mehr oder weniger stark in Mitleidenschaft gezogen. Die von der Epithel entblößten, dauernder Bakterieninvasion ausgesetzten ulzerierenden Oberfläche vordringende Entzündung hat große Bezirke in Granulationsgewebe umgewandelt. Die Zahnhartsubstanzen sind dabei z. T. der Nekrose und mannigfachen Abbauprozessen unterworfen. Und zwar erfolgte der Abbau neben der üblichen lakunären Resorption durch Riesenzellen (Abb. 11), durch regelrechte Dentinkaries an Stellen, wo durch Zerstörung der deckenden Weichgewebe oder Fistelgänge Zahnbein einer direkten Einwirkung der oralen Bakterienflora zugänglich wurde (Abb. 8). Der Infektionsquelle ferner liegende Abschnitte der Neubildung sind zwar zum Teil noch frei von Infiltraten, rund- und gelapptkerniger Zellelemente, jedoch lassen dystrophische und regressive Gewebsveränderungen auf wohl vornehmlich durch chronischen Entzündungsreiz bedingte Stoffwechselstörungen schließen. Hiervon wird auch das Pulpengewebe der Odontomzähnchen betroffen, das nirgend ein annähernd normales histolgisches Bild zeigt. Man findet häufig ein außerordentlich zellreiches und faserreiches Gewebe, das im übrigen mit hyaliner Entartung sowie Bildung als niedrigstehende Dentikel bezeichneter Kalkkonkremente für Zahnpulpagewebe charakteristische pathologische Veränderungen erkennen läßt (Abb. 3).

In dem vorliegenden Odontom haben wir es mit einem jener sogenannten reiferen Formen zu tun, in denen die Differenzierung der Geschwulstgewebe in Richtung zu zahnbildendem Gewebe eine verhältnismäßig weitgehende ist. Nach dem histologischen Bild zu urteilen, scheinen sich diese Differenzierungsvorgänge allerdings mit einer gewissen Einseitigkeit auf das Geschwulstmesoderm zu beschränken; denn die epitheliale Komponente tritt qualitativ wie quantitativ stark in den Hintergrund. Sämtliche Odontomzähnchen befinden sich in etwa der gleichen Entwicklungsphase eines im wesentlichen abgeschlossenen Wachstums. Da ferner jede produktive Tätigkeit des Geschwulstepithels erloschen zu sein scheint, dürfte der Tumor trotz seiner sehr geringen Dimensionen bereits in ein Stadium vollständigen Wachstumssteillstandes gelangt sein.

Ungewöhnlich ist die Lokalisation der Neubildung, die sich hier allem Anschein nach nicht, wie Odontome in der Regel, innerhalb des Kieferknochens, sondern — nach dem Befund zum Zeitpunkt der Untersuchung zu schließen — in der straffen, submokosafreien Gingiva entwickelte.

Morphologisch betrachtet fällt in dem vorliegenden Odontom das Fehlen wirklichen Schmelzgewebes auf. Kann zwar im histologischen Bild gewisser Odontomformen Schmelz sowie angeblich auch jede Spur ektodermaler Gewebe fehlen (siehe z. B. *Uskoff, Heine),* so ist in unserem

Fall die mangelhafte Schmelzbildung in Anbetracht der hohen Differenzierung des Geschwulstmesoderms immerhin als Besonderheit anzusehen. Wie *Schürmann* und *Pflüger* nachweisen konnten, entwickelt sich die mesodermale Komponente dentogener Neubildungen entsprechend den in dieser Hinsicht ganz ähnlichen Verhältnissen bei der normalen Odontogenese in abhängiger Differenzierung in dem Sinne, daß das primär geschwulstmäßig wachsende, spezifisch begabte Epithel auf Grund besonderer organisatorischer Fähigkeiten einen formativen Reiz auf das Mesenchym ausübt, der für dessen Weiterdifferenzierung zu zahnhartsubstanzbildendem Gewebe von maßgeblicher Bedeutung ist. Das jeweilige morphologische Erscheinungsbild eines Odontomes ist demnach in erster Linie durch die Begabung des blastomatös entarteten Epithels bestimmt, mit anderen Worten, davon abhängig, in wieweit das Epithel einerseits zur Bildung spezifischer ektodermaler Hartgewebe (Prismenschmelz) und andererseits zur Organisatorenwirkung auf das Mesoderm mit dem Ziel der Dentin- bzw. Zementbildung befähigt ist. Für die Bestätigung beider Funktionen verfügt das Epithel anscheinend immer über etwa gleichwertige Potenzen. Jedenfalls würde damit die an Hand der Literatur leicht festzustellende Tatsache übereinstimmen, daß in Zahngeschwülsten ektodermale und mesodermale Gewebsformationen in der Regel einen entsprechenden Differenzierungsgrad aufweisen. Daß heißt, Vorhandensein von Prismenschmelz, was eine hohe spezifische Begabung des Epithels voraussetzt, ist gleichbedeutend mit hoher Differenzierung der mesodermalen Geschwulstgewebe und umgekehrt. Da in dem vorliegenden Hundeodontom überwiegend histologisch vollwertiges Dentin und Zement in Form zahnähnlicher Gebilde produziert wurde, wird das ausschließliche Vorhandensein geringer Mengen pathologischer bzw. stellenweise allenfalls als unfertige Schmelzsubstanz zu betrachtender Epithelprodukte ursächlich wohl kaum durch einen primären Mangel an spezifischen Fähigkeiten des Geschwulstepithels bedingt sein. Für das Versagen der Schmelzproduktion sind hier vielleicht in erster Linie abnorme Stoffwechselverhältnisse verantwortlich zu machen. Die Verkalkungsbilder im Dentin lassen auf schwere Störung des Kalkstoffwechsels schließen, die durch den chronischen Entzündungszustand der Gewebe verursacht sein könnte. Nun hat *Pflüger* wiederholt daraufhingewiesen, daß Schmelz nur nach Verkalkung des Prädentins gebildet werden kann. Demnach ist hier vielleicht in der unvollkommenen und unregelmäßigen Verkalkung des Dentins die Ursache für die mangelhafte Schmelzbildung zu erblicken.

Die unmittelbare Nachbarschaft von Tumorgewebe und Mundhöhlenepithel führte zu vielfachen räumlichen Berührungen und Übergängen zwischen beiden. Vor allen in stark entzündlich veränderten Gebieten beobachtet man häufig mit der Mundschleimhaut zusammenhängende Epithelverbände, die sich tief in das Geschwulstgewebe hinein erstrecken und sich dabei zum Teil den Zahngebilden in ähnlicher Weise wie die Schmelzorganreste akkommodieren. Während diese Befunde ohne weiteres als durch Entzündungsreiz verursachte Plattenepithelproliferation zu deuten sind, begegnet man mitunter dicht unter der Schleimhautoberfläche liegenden aus Dentin und den dunkelfarbigen

Schmelzepithelprodukten bestehenden kleinen Gebilden, deren unmittelbarer Kontakt mit dem Mundhöhlenepithel den Eindruck genetischer Beziehungen zu diesem erwecken könnte (Abb. 9). Danach wäre an die Möglichkeit einer Beteiligung des Mundhöhlenepithels an der Odontombildung zu denken. Bekanntlich ist die Meinung, daß diese Art der Genese für die Entstehung epithelialer Kiefergeschwülste in Frage käme, wiederholt vertreten worden, da hauptsächlich in Adamantinomen mehrfach innige Zusammenhänge zwischen Mundhöhlenepithel und Geschwulstparenchym beobachtet worden sind *(Krompecher, Büchtemann, Kuru, Bakay, Lukomsky* u. a.). Für diese Theorie, die aus entwicklungsgeschichtlichen Überlegungen heraus speziell für Odontome wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat und auch im allgemeinen abgelehnt wird, glaubt sich neuerdings *Rywkind* auf Grund seiner Untersuchungen an einem großen in die Mundhöhle durchgebrochenen Odontomes von einem Kind einsetzen zu müssen. Er fand in der bindegewebigen Geschwulsthülle mit dem Mundhöhlenepithel zusammenhängende zahnkeimähnliche Epithelgebilde, die deutliche Differenzierungen mit Bildung von Schmelzzellen aufweisen, und schließt daraus, daß diese Gebilde aus eingewucherten Deckepithel entstanden seien. Er macht das Mundhöhlenepithel zwar nicht allein für die Genese seines Odontomes verantwortlich, nimmt aber an, daß für die Zahnkeimbildungen in der Geschwulstkapsel „in diesem Falle von ausschlaggebender Bedeutung die Eigenschaften des Deckepithels waren, das seine Fähigkeit, bei der Bildung der Zahnkeime teilzunehmen, auch in derjenigen Periode beibehalten hatte, wo diese Funktion in der Regel abgeschlossen ist".

Im Gegensatz zu den Beobachtungen *Rywkind's*, wo die Frage des Ausgangsmaterials dieser Zahnkeimbildungen der Geschwulstperipherie nicht so leicht zu entscheiden ist, sind im vorliegenden Odontom Befunde, die im Sinne der Meinung *Krompecher's* gedeutet werden könnten, bei genauer Untersuchung unschwer als nachträgliche Schleimhautepithelwucherungen zu erkennen, die mit der Odontomhistogenex nichts zu tun haben. Diese Feststellung wird dadurch ermöglicht, daß sich hier die spärlichen Überreste des Geschwulstepithels durch morphologische und färberische Unterschiede von Mundhöhlenepithelvegetationen verhältnismäßig leicht trennen lassen. Das Geschwulstparenchym, das seine produktive Tätigkeit offenbar schon vor geraumer Zeit einstellte, ging größtenteils zugrunde entsprechend dem physiologischen Vorgang bei der Zahnentwicklung, wo das Epithel nach Erfüllung seiner Aufgabe dem Untergange anheimfällt. Den Kronteil der Odontomzähnchen zum Teil noch aufgelagerte Schmelzorganreste und ihrer Herkunft nach den Mallassez'schen Epithelnestern vergleichbare im Bindegewebe verstreuter Epithelkomplexe zeigen immer regressive und dystrophische Veränderungen in Form von charakteristischen Kalkkugeln (Abb. 10) und färben sich mit Hämatoxylin-Eosin rotviolett, während der Mundschleimhaut entstammende Epithelzüge mehr bläulich getönt sind und sich meist in einem Zustand lebhafter Proliferation befinden. Ätiologisch scheint übrigens neben entzündlichen Reizen ein von den Odontomzähnchen selbst ausgehender Einfluß für die Proliferation des Mundhöhlenepithels

von Bedeutung zu sein. So sieht man beispielsweise sehr schön in der unteren Bildhälfte der Abbildung 10 in die Tiefe züngelnde Epithelsprossen, die von ihrer ursprünglichen Wachstumsrichtung förmlich abgelenkt werden und die beiden Hartsubstanzkörperchen zu umwuchern beginnen. Man könnte daran denken, daß von den fraglichen Stellen die nahe der Schleimhautoberfläche gelegenen Zahnrudimente eine Art Fremdkörperwirkung ausübten und damit den Impuls für die Tiefenwucherung des Epithels abgaben.

Das Dentingewebe des Odontoms zeigt als augenfälliges Merkmal einen äußerst ungleichmäßigen und sehr oft unvollkommenen Verkalkungszustand. Der allgemein vorherrschende Kalkmangel nimmt stellenweise so hochgradige Formen an, wie man sie ähnlich nur in Zahnbein von Zähnen beobachtet, deren Entwicklung unter schwersten Kalkstoffwechselstörungen stattfand. Das oft ganz unvermittelte Nebeneinander verkalkter und völlig kalkfrei gebliebener Dentinpartien und die damit bedingten Farbunterschiede im Haematoxylin-Eosin-Präparat verursachen mitunter eigenartig lebhafte Figurierungen des Odontomdentins (Abb. 11). Das gleichzeitge Vorhandensein vollkommen normal verkalkten Zahnbeines beweist indessen, daß sich die Kalkstoffwechselstörungen nicht überall gleichmäßig auswirkten und, wie ferner aus manchen Verkalkungsbildern geschlossen werden kann, die Intensität dieser Störungen größeren Schwankungen unterworfen war.

Man beobachtet nämlich sehr häufig, daß nach anfänglicher Bildung kalkfrei gebliebener Dentinabschnitte später in pulpennäheren Bezirken leidlich verkalktes Dentin gebildet wurde. Dadurch entsteht dann das oft gesehene Bild, daß die zentralen Partien der Dentinkörper verkalkt sind, während eine breite äußere Schicht aus einer lediglich von spärlichen Kalkglobuli durchsetzten Dentinmasse besteht, an die sich an der Peripherie jeweils wiederum ein schmaler kalkhaltiger Dentinsaum anschließt (Abb. 11, 12). Dieser letztgenannte periphere Kalkstreifen zeichnet sich, wie unter anderem auch auf dem Übersichtsbild (Abb. 1) zu sehen ist, durch auffallend konstantes Auftreten aus. Die nach außen meist an Dichte abnehmenden Kalkeinlagerungen beschränken sich auf einen ziemlich gleichmäßig schmalen Dentinsaum und scheinen vor allem deswegen bemerkenswert, weil es so aussieht, als handele es sich hierbei um einen selbständigen von der übrigen Dentinverkalkung unabhängigen Verkalkungsvorgang, der in sofern außergewöhnlich ist, als die Kalkzufuhr anscheinend nicht wie normalerweise von der Pulpa, sondern von der Peripherie her erfolgte. Bei der Betrachtung dieser Verkalkungsbilder (Abb. 11, 12) hat man jedenfalls stark den Eindruck, daß in einer für die Dentinverkalkung günstigeren Stoffwechsellage, die u. a. die Bildung des verkalkten pulpennahen Dentins ermöglicht haben mag, die von der Pulpa her offenbar nicht mehr beeinflußbaren peripheren Bezirke in begrenztem Umfange von außen her Kalksalze aufnahmen. In dieser Vorstellung wird man ferner bestärkt durch den Befund bei A der Abb. 12, wo sich dieser periphere Kalksaum auch dann vorfindet, wenn die Verkalkung pulpennaher Dentinbezirke seitens der Pulpa — vermutlich wegen frühzeitigen Zugrundegehens des Pulpengewebes — vollständig ausblieb.

Während sich hier die äußerste Dentinzone durch stärkeren Kalkgehalt vom benachbarten Dentin abhebt, kann sie nun andererseits auch durch mehr oder weniger ausgesprochene Kalkarmut hervortreten (Abb. 4, 6, 7). Letzteres ist besonders ausgeprägt in dem durch Auflagerungen von Bildungsprodukten des Schmelzepithels kenntlichen Kronenteil mancher Geschwulstzähnchen der Fall, wo diese Erscheinung besonders deutlich hervortritt, wenn das übrige Dentin normal oder doch annähernd normal verkalkt ist (Abb. 6 und 7).

Diese eigenartigen Verkalkungsunterschiede beanspruchen ein besonderes Interesse, weil man sie vielleicht als Ausdruck besonderer morphologischer Eigenschaften jener äußeren Dentinschicht deuten könnte, die sich in der Regel auch an normalen Zähnen von dem übrigen Dentin abgrenzen läßt.

Am menschlichen Zahn ist sie als sogenannte homogene Schicht bekannt und im Wurzelteile meist als etwas blasser gefärbte, dentinkanälchenarme oder -freie Grenzzone zwischen der Tomes'schen Körnerschicht und der Faserzementauflage sichtbar. *Weidenreich* unterscheidet diese Bildung als sogenanntes Manteldentin von der Hauptmasse des zirkumpulpären Dentins und vertritt auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen an Wirbeltierzähnen die Anschauung, daß es sich hier um zwei histogenetisch verschiedene Zahnbeinsubstanzen handele. Aus den Vorgängen bei der Dentinverkalkung niederer Wirbeltiere glaubt *Weidenreich* schließen zu können, daß das Manteldentin aus einem fibrillär gebauten zwischen Schmelzepithel und Papillenoberfläche gebildeten Basalmembran entsteht und sich im fertigen Zustand durch grobe gebündelte Faserzüge auszeichnet, die z. T. nicht verkalken und dadurch die Tomes'sche Körnerschicht verursachen. Das zirkumpulpäre Dentin ist dagegen, wie der Autor meint, ein reines Odontoblastenprodukt und als solches aus feinen Fibrillen zusammengesetzt.

Diese von Weidenreich vermuteten Unterschiede im Aufbau der Dentingrundsubstanz treten allerdings bei Säugetierzähnen, wie der Autor selbst zugesteht, nicht deutlich sichtbar hervor, weshalb sich am fertig ausgebildeten Zahn histologische Beweise für diese Anschauung nicht erbringen lassen.

Dieses Manteldentin kann sich jedoch andererseits unter besonderen Umständen durch Abweichungen in seinem morphologischen Verhalten auszeichnen, die den Gedanken, daß es sich hierbei um eine irgendwie andersartige Dentinsubstanz handeln könne, durchaus nahelegen. So hat *Pflüger* beispielsweise auf diesbezügliche Befunde an Zahnkeimen bei Osteogenesis imperfekta aufmerksam gemacht, einer Erkrankung, die eine Dysfunktion aller Grundsubstanz liefernden Zellelemente hervorruft soweit sie mesenchymaler Herkunft sind. Wie *Pflüger* übereinstimmend mit *Biebel* und *Adloff* feststellen konnte, werden von den hierbei auftretenden schweren Dentinaufbaustörungen nur die zentralen Partien betroffen, während eine schmale periphere Zone in der ganzen Länge des Zahnes fast normalen Aufbau zeigt. *Pflüger* knüpft hieran die Vermutung, daß die annähernd normale Struktur der peripheren Dentinanlage in der normalen Funktion des von der Erkrankung nicht betroffenen Schmelzepithels begründet liege, dem er eine aktive Betätigung in irgend einer Form bei der Bildung des äußeren Dentins einräumt.

Weiterhin sind in diesem Zusammenhang vielleicht auch Befunde von *Bencze* anzuführen, der darauf hinweist, daß an der Dentinzementgrenze eine schmale, der Manteldentinzone etwa entsprechende Grenzschicht zunächst unverkalkt bleibt und erst mit Einsetzen der Zementbildung Kalksalze aufnimmt. Die gleiche Erscheinung findet man im verstärkten Ausmaße an sogenannten rachitischen Zahnkeimen, wie u. a. aus Befunderhebungen von *Bauer* und *Pflüger* hervorgeht.

An Hundezähnen beobachtet man diese Manteldentinschicht ebenfalls, die hier eine bedeutend geringere Anzahl Kanälchen als das übrige Dentin enthält und im Unterschied zum menschlichen Zahn nicht allein im Bereich der Wurzel, sondern auch im Kronenteil zu verfolgen ist, ein Verhalten, das *Vollmar* übrigens gleichfalls an Fuchszähnen feststellen konnte.

Ganz entsprechende Verhältnisse finden wir im Dentinaufbau der Odontomzähnchen imitiert. Auch hier gestatten die deutlich erkennbare zahlenmäßige Verminderung der Dentinkanälchen (Abb. 6) eine Unterscheidung der Grenzzone, die zudem durch die vorhin beschriebenen Verkalkungsunterschiede noch besonders betont hervortritt. Der vielfach ganz auffallend unterschiedliche Verkalkungszustand der äußeren Dentinzone gegenüber dem übrigen Dentin, der sich unter dem im Geschwulstgewebe herrschenden annormalen Kalkstoffwechselverhältnissen herausbildete, läßt vielleicht darauf schließen, daß hier andersartige Verkalkungsbedingungen als in der großen Masse des pulpennahen Dentins herrschen müssen. Damit könnten auch diese Befunde ein Stütze für den Gedanken an eine Sondernatur der äußeren Dentinschicht abgeben.

Wurde in dem Odontom zwar in ganz überwiegendem Maße ein Dentingewebe gebildet, das — von der anormalen Verkalkung abgesehen — in jeder Beziehung als histologisch vollwertig bezeichnet werden kann, so findet man noch mancherorts an Stelle regulären Dentins abnorme Hartsubstanzbildungen, die keine morpologische Ähnlichkeit mit der normalen Dentinstruktur feststellen lassen.

Mit Abb. 13 ist ein Abschnitt eines Odontomzähnchens wiedergegeben, in dem diese Hartsubstanz gleichsam eine Störungszone von recht beträchtlichem Ausmaß innerhalb der Dentinformationen bildet. Die im Haematoxylin-Eosin-Präparat von tiefblau bis hellrosa wechselnde Färbbarkeit läßt auf einen außerordentlich wechselnden Kalkgehalt der im Unterschied zum normalen Dentin amorph verkalkenden Hartsubstanz schließen. Der Kalkniederschlag besitzt stellenweise eine fast an dystrophische Verkalkung erinnernde Dichte, die jede Struktureigentümlichkeit verdeckt oder nur eine unregelmäßige Fasernstruktur erkennen läßt (Abb. 14). Die hellrosa-gefärbten kalkfreien Abschnitte bestehen aus einer Grundsubstanz, die von zahlreichen dunklen Körperchen diffus durchsetzt ist (Abb. 13). Letztere sind bei stärkerer Vergrößerung (Abb. 14) hin und wieder als kernhaltige zellige Elemente erkennbar, die knochenkörperchenähnlich in die Grundsubstanz eingeschlossen sind, zum größten Teil jedoch scheint es sich um kernlose, nekrotische Zelltrümmer zu handeln. Die Grundsubstanz erscheint im unverkalkten Zustand vollkommen homogen und verhält sich färberisch wie Prädentin,

mit dem es ferner die bei spezieller Färbung (Perdrau) an vielen Stellen nachweisbare feinfibrilläre Struktur gemeinsam hat.

Der histologische Aufbau sowie die Art zu verkalken, lassen über dem primitiven Charakter der beschriebenen Hartsubstanzen keinen Zweifel entstehen. Mitunter findet sich dies Hartgewebe unmittelbar in der Pulpa (Abb. 4), wo es offenbar zugleich mit normalen Dentin produziert wird und vermöge seiner erheblich größeren Bildungsgeschwindigkeit große Teile des Pulpenraumes ausfüllen, ja sogar das Pulpengewebe bis auf einen schmalen Streifen verdrängen kann (Abb. 14). In anderen Fällen hat sich an zeitweilige Produktion der primitiven Hartsubstanz wiederum normale Dentinbildung angeschlossen, so daß ersteres von der Pulpa durch eine Schicht kanaälchenhaltigen Regulärdentins getrennt wird (Abb. 13).

Zum Teil erinnern diese Erscheinungen an gewisse metaplastische Bildungen von knochen- oder zementartigem Charakter, die man mitunter in Zahnpulpen zu Gesicht bekommt, deren Odontoblastenschicht degeneriert oder geschwunden ist. Auch unter der Einwirkung von schwerem Kalk- und C-Vitamin-Mangel während der Zahnentwicklung bildet die Pulpa häufig massenweis obigen Befunden nicht unähnliche, unspezifische osteoide Substanzen, deren Entstehung auf durch den pathologischen Stoffwechsel bedingte paraplastisch-produktive Tätigkeit der Pulpazellen zurückgeführt wird *(Euler)*. Die geschilderten Verhältnisse in den Pulpen der Odontomzähnchen dürften auf ähnliche Art und Weise zustandegekommen sein. Offensichtlich wurden hier die dentinbildenden Zellen durch hochgradige lokale Stoffwechselstörungen (Entzündung) von dem hohen Stand ihrer Differenzierung herabgedrückt *(Euler)* und waren damit nur noch zur Bildung abnormen Hartgewebes befähigt. Interessant ist dabei das mehrfach gesehene Bild (z. B. Abb. 13), daß nach Ablauf einiger Zeit wieder Produktion völlig regulär gebauten Dentins ensetzte, was eine Regeneration bzw. Neubildung der Odontoblastenschicht voraussetzt (Abb. 13 c).

Wie schon oben erwähnt wurde, hielt sich die Zementproduktion in unserem Odontom in sehr mäßigen Grenzen. Neben dem sogenannten Faserzement, das in dünner Schicht die Dentinkörper an den von Epithel oder dessen Bildungsprodukten freien Partien einhüllt, beansprucht das zelluläre Zement wegen seiner höchst eigenartigen Lokalisation ein ganz besonderes Interesse. Beim Durchmustern der Schnitte auf das Vorkommen dieses Zementes hin ergibt sich nämlich, daß es in größeren Mengen immer nur an den Wurzelspitzen der Odontomzähnchen apponiert wurde oder, wo es nicht zu formenrichtigen Wurzelbildungen kam, doch in Gegend der einem Foramen apicis entsprechenden wurzelkanalartigen Pulpenöffnungen der betreffenden Zahnrudimente lokalisiert ist. Man kann in dieser Beziehung geradezu von einer Gesetzmäßigkeit sprechen; denn auch im dichtesten Gewirr deformierter und miteinander verwachsener Zahnkörper läßt das Auftreten des Zellulärzementes immer auf die unmittelbare Nähe einer dem Wurzelloch entsprechenden Durchtrittsstelle des Pulpagewebes schließen, die dann auch bei Durchsicht der Schnittserie jeweils leicht aufzufinden ist. Die geschilderten Verhältnisse

treten am deutlichsten an Wurzelbildungen zufällig im Längsschnitt getroffener Zähnchen zutage, wie sie mit Abb. 15, 16, 17 wiedergegeben sind.

Man sieht, daß die Zementposition im allgemeinen nicht in Form zahlreicher Lamellen, wie man es vom normalen menschlichen Wurzelelement gewohnt ist, erfolgte, sondern es handelte sich meistens um Zementwülste von ziemlich gleichförmigem Aufbau. Was die feinere histologische Struktur dieser Zementablagerungen anbetrifft, so bemerkt man eine ungleichmäßig verkalkte, mitunter stark faserhaltige Grundsubstanz, die von Zementkörperchen durchsetzt ist. Letztere vaiieren in ihrer Figur und treten teilweise nur sehr undeutlich hervor. An der Peripherie erkennbare, hellgefärbte, noch unverkalkte Zonen weisen auf eine lebhafte Anbautätigkeit der Zementoblasten hin (Abb. 15). Weichen diese Zementsubstanzen teilweise nicht unerheblich von dem Aufbau des normalen Zahnzementes zugunsten eines mehr osteoiden Aussehens ab, so zeigt doch ein Vergleich mit den Verhältnissen, wie man sie an den Wurzelspitzen jugendlicher Hundezähne antrifft, daß von grundsätzlichen Strukturunterschieden durchaus nicht gesprochen werden kann. Abb. 18 zeigt den apikalen Bereich eines Längsschnittes von einem gerade ausgewachsenen normalen Hundezahn. Hier fehlt ebenfalls noch der lamellöse Bau des Zellulärzementes, dessen Ablagerung sich beim Hunde (wie auch übereinstimmend von Fischer und Bauer bemerkt wird) im allgemeinen noch ausgesprochener auf die Wurzelspitzengegend (bzw. die Bifurkation der Molarenwurzeln) beschränkt als es gewöhnlich beim Menschen der Fall ist. Im übrigen erfolgt die Apposition hier in derselben diffusen Art, wie an den Wurzelgebilden der Odontomzähnchen, wodurch der freie Rand des Zementes das typische aufgefaserte, ausgefranste Aussehen erhält (Abb. 17, 18). Ein weiteres Charakteristikum des Hundezementes, auf das *Bauer* hingewiesen hat und in dem Vorfinden eingemauerter Gefäße und periodontaler Gewebsteile besteht, tritt in den histologischen Bildern ebenfalls mehrfach in Erscheinung (Abb. 17 c). Wir können also auffallende Übereinstimmungen im morphologischen Verhalten der Zementablagerungen unserer Geschwulstzähnchen mit denen des normalen Hundezahnes feststellen.

Über Zementbefunde in Odontomen, die eine unserem Falle vergleichbare Entwicklungsstufe aufweisen, wird in der Literatur sehr unterschiedlich berichtet, während einerseits Zementsubstanzen vollständig fehlen, wie unter anderem aus Veröffentlichungen von *Schlössmann, Wolf, Rywkind* hervorgeht, können sie andererseits in sehr üppigen Mengen auftreten *(Baume, Hesse* u. a.) *Schlössmann* weist wohl mit Recht darauf hin, daß das starke Vaiieren des Zementvorkommens mit dem verschiedenen Alter der Geschwülste in Zusammenhang zu bringen ist. Nach Schlössmann findet man nur dort Zement, „wo die Wurzelbildung des in den Tumor aufgegangenen Zahnes eingesetzt hätte", während der Zementbefund in vor Ablauf des Verzahnungsprozesses operierten und untersuchten Odontomen negativ sei. Daß in der Tat vor allem in reifen Odontomen eine Relation zwischen Zementvorkommen und Alter der Geschwulst bestehen muß, geht in der Regel schon aus der topographischen Anordnung der produzierten Schmelzdentinsubstanzen und evtl. vorhandenen Zementbildungen hervor. In solchen Fällen findet

man dann meistens die Zahngebilde durch Zementmassen voeinander getrennt bzw. in ihnen eingebettet. Mitunter wird auch das gesamte Geschwulstkonglomerat von einer Zementhülle umgeben. Der Beginn der Zementproduktion kann hier also erst nach vollständiger Ausbildung der für gewöhnlich aus Schmelz und Dentin bestehenden Zahngebilde eingesetzt haben, indem „das in seinem Lageverhältnis veränderte, aber funktionsfähige Alveolarperiost z. Zt. der normalerweise einsetzenden Zementproduktion in gesetzmäßiger Weise seine Tätigkeit begann" *(Schlössmann)*. Über irgendwie ähnliche Beziehungen zwischen zahnwurzelartigen Gebilden und Zement, wie sie im vorliegenden Odontom festzustellen sind, wird unseres Wissens nirgends berichtet. Allenfalls wäre eine Bemerkung *Wolfs* in diesem Sinne auszuwerten. Der Autor erwähnt in einer Odontombeschreibung beiläufig, daß an den Wurzelspitzen zweier gut ausgebildeter Zähnchen „kleine Partien knochenähnlichen Gewebes" nachzuweisen seien. Vielleicht handelte es sich hier um eine beginnende Ablagerung von Zementgewebe, das nur fälschlich als Knochen angesprochen wurde. *Wolf* lehnt nämlich den Gedanken an die Möglichkeit, daß die Zementablagerung bei Odontomzähnchen in der gleichen Form wie bei normalen Zähnen erfolgen könne, mit dem Bemerken ab, daß die Odontomzähnchen „keiner Beanspruchung unterliegen und das Zement das Produkt einer Bindegewebsfunktion ist und der Befestigung des Zahnes dient".

Interessant ist die Frage nach der vermutlichen Entstehungsursache dieser sich in unserem Odontom fast ausschließlich auf die Wurzelspitzengegend der Odontomzähnchen beschränkenden Zementappositionen, die zweifellos als eine Parallelerscheinung zu jenen sogenannten physiologischen Zementthyperplasien an den Wurzelspitzen normaler Zähne zu betrachten sind. Die Frage nach der Ursache der eigentümlichen Bevorzugung der Wurzelspitzen für Zementbildungen ist in der Literatur oft aufgeworfen und verschiedenartig beantwortet worden. Sehr eingehend hat sich *Shmamine* mit dem Wesen des Zahnwurzelzementes beschäftigt. Unter Hinweis auf die erheblichen Strukturunterschiede des Faserzementes und des zellhaltigen Zementgewebes äußert er die Meinung, daß eigentlich nur ersteres, da es der Dentinoberfläche unmittelbar aufgelagert ist, die echte Natur des Zementes verkörpert, während das dickere Zement, welches dem Knochengewebe ähnelt, kein normales Zement mehr sei „sondern sekundär aus irgend einer Ursache sozusagen heteroplastisch gebildet" würde. Die Ablagerung von Zellulärzement stellt nach *Shamamine* demnach keine Hypertrophie oder Hyperplasie im wirklichen Sinne dar, da es mit seinem knochenartigen Aufbau von normalen Muttergewebe abweicht. Vielmehr handelt es sich hier nach seiner Auffassung um das Produkt nutritiv gereizter, proliferierender Bindegewebszellen des Peridontiums, für das er die Bezeichnung „sekundäres Zement" geprägt hat. Als auslösendes Moment für die Neubildungstätigkeit wird von *Shmamine* ein chronischer Reiz als ätiologischer Faktor angenommen, und zwar vor allem jeder mechanisch chronische Reiz, der im gewöhnlichen Fall in vom Normalen abweichenden zu starkem oder mangelhaftem Kaudruck zu suchen ist. Der feinere Mechanismus deses Vorganges ist nach dem genannten Autor so zu

denken, daß die am dichtesten am Zement befindlichen Bindegewebszellen, die naturgemäß den stärksten Reiz empfangen, sich zu Zementoblasten umbilden und Kalk sezernieren. Je stärker der nutritive Reiz ist, umso überstürzter wird der Neubildungsprozeß vor sich gehen, wobei es zum Einschluß einzelner Zellen, nämlich der späteren Zementkörperchen kommt. Da der Zahn keilförmig in der Alveole steckt, soll sich der auf die Krone gerichtete Druck an der Wurzelspitze stärker auswirken als an den übrigen Wurzelpartien und daher die in Nähe der Wurzelspitze gelegenen Bindegewebszellen vor oder kurz nach vollständiger Ausbildung der Wurzelspitze ihren Neubildungsprozeß in der geschilderten Weise ausüben.

Ähnlich wie *Shmamine* sieht die größte Mehrzahl der Autoren in der funktionell-mechanischen Beanspruchung des Zahnes die Hauptursache für die Entstehung und die eigentümliche Lokalisation des Wurzelzementes intakter Zähne.

Häupl und *Lang* als die Hauptverfechter dieser Funktionstheorie sehen in der Zementapposition in erster Linie einen zweckbestimmten Vorgang im Sinne einer funktionellen Anpassung an die Belastungsverhältnisse; denn die Verdickung am Apex ermöglicht eine Vergrößerung der Zahnoberfläche und Vermehrung der Aufhängefasern des Periodontiums. Der durch den Kauakt beanspruchte Zahn wird von den Autoren als zweiarmiger Hebel betrachtet, dessen Achse oberhalb der Mitte der klinischen Wurzel liegt. Die Bewegungen der Wurzel müssen sich demnach also gegen die Wurzelspitze hin verstärken und infolgedessen wird „das Keimgewebe der Wurzelhaut je näher es dem Fundus der Alveole liegt, desto mehr unter der funktionellen Beanspruchung des Zahnes von Erschütterungen betroffen und mit Zementanbau antworten" *(Häupl)*.

Mit Recht hat *Kronfeld* gegen einen solchen Erklärungsversuch geltend gemacht, daß bei der angenommenen Hebelwirkung die Bifurkation mehrwurzeliger Zähne als Drehpunkt im Bereich des Alveolarkammes der ruhende Punkt der Zahnbewegung darstellen müsse und deshalb keine Zementhyperplasie aufweisen dürfe, was in Wirklichkeit aber der Fall ist. *Kronfeld* weist ferner darauf hin, daß bereits vor dem Zahndurchbruch, also bevor Erschütterungen oder Druckmomente wirksam werden können, in eindeutiger Weise sowohl in der Bifurkation wie an den Wurzespitzen Zementverdickungen vorhanden sind. Nach Untersuchungen *Kronfeld's* zeigen desgleichen nichtfunktionierende Zähne größere Zementbreiten als die funktionierenden der Gegenseite. Auch retinierte Zähne sollen gleiche Erscheinungen aufweisen, die nach der Theorie von *Häupl* und Lang nicht zu erklären sind. Auf Grund seiner eigenen Untersuchungen macht *Kronfeld* für die Verdickung des Zementes an Bifurkation und Apex bei durchbrechenden, antagonistenlosen sowie retinierten Zähnen eine nach kronenwärts in Richtung der Zahnaxe verlaufende Bewegung verantwortlich, die von diesen angeblich ausgeführt wird. Infolge der durch das Heraussteigen des Zahnes entstehenden Verbreiterung des Periodontalraumes im Bereich der Bifurkation und der Wurzelspitzen sollen die Bindegewebsfasern zwischen Knochen und Zahnoberfläche gespannt werden und der durch die Sharpey'schen Fasern vermittelte Zugreiz eine „reparatorische Zementapposition auslösen, die

bereits die Form einer Zementhyperplasie besitzt". An den seitlichen Partien der Zähne ist nach *Kronfeld* der Zug zwar ebenfalls vorhanden, „doch ist er hier, wie sich mathematisch leicht nachweisen läßt, schwächer als in der Bifurkation und am Apex".

Für die Zahngebilde des Odontomes lassen sich nun mechanische Einwirkungen in jeder Form, seien es Erschütterungen oder Druckmomente, wie sie sich bei der funktionellen Beanspruchung der Zähne ergeben oder durch hypothetische Bewegungen der Zahnkörper hervorgerufene Zugmanente *(Kronfeld)*, mit Sicherheit ausschließen. Mithin ist also die Entstehungsursache der beschriebenen Zementbildungen an den Wurzelspitzen der Odontomzähnchen nicht in Richtung der zitierten Theorien zu suchen.

Träger hat versucht, die eigentümliche Lokalisation des Wurzelzementes aus dem Wechselspiel der dauernd stattfindenden physiologischen An- und Abbauerscheinungen am Knochen und Zement zu erklären. Nach seiner Meinung ist es kein Zufall, daß die stärkeren Zementbildungen gerade da erfolgen, wo ein verhältnismäßig dicker Knochen anliegt. Wenn der stets an den Knochenrändern vorhandene An- und Abbau mit Pendelbewegungen verglichen wird, so muß der Anschlag dieses Pendels im dünnen Alveolarrand geringer sein als im dicken Knochen an der Wurzespitze und in der Bifurkation mehrwurzeliger Zähne. Da nun einmal angebautes Zement viel seltener wieder abgebaut wird als Knochen, kann sich nach Ansicht *Prägers* das Zement auf Kosten des Knochens ausdehnen, und zwar da umso dicker, wo mehr Knochen abgebaut wird.

Für die Verhältnisse im vorliegenden Odontom kommt der Deutungsversuch Trägers ebenso wenig wie die oben zitierten in Betracht. Schon allein deswegen nicht, weil mit Ausnahme des in Abbildung 17 wiedergegebenen Wurzelgebildes, das zufällig in eine alveolenartige Knochenbucht hineinragt, die Odontomzähnchen vollkommen regellos und ohne Beziehungen zum Knochen im Geschwulstgewebe verstreut liegen. Die Betrachtung der mikroskopischen Präparate vermittelt vielmehr den Eindruck, als gehöre der mit Auschluß der Wurzelbildung einsetzende Anbau zellulären Zementes am Apex zur Histogenese des Zahnorganes selbst und sei nicht erst durch sekundäre Momente verursacht.

Für die geläufige Anschauung einer rein funktionellen Bedingtheit der Zellulärzementbildungen ergeben sich hier nicht die geringsten Anhaltspunkte, vielmehr ist man geneigt anzunehmen, daß die Ursache für diese Zementablagerungen als solche, sowie die besondere Prädilektion der Wurzelspitzen jedenfalls zunächst in einer anlagemäßig vorhandenen, an dieser Stelle augenscheinlich besonders ausgeprägten Befähigung des paradentalen Keimgewebes zur Zementbildung zu suchen ist.

Nach *Fischel* soll für die Entstehung des Wurzelzementes dem Zahnkeimepithel insofern eine Bedeutung beizumessen sein als dieses in ähnlicher Weise wie es das indifferente Mesenchym der Zahnpapille zur Dentinproduktion anregt die spezifische Differenzierung der Bindegewebszellen des Zahnsäckchens zu Zementbildnern veranlaßt. Er ist der Ansicht, daß die Zellen der Epithelscheibe durch formativen Reiz die benachbarten Mesodermzellen zur Umwandlung in Zementoblasten be-

wirken. Mit Hilfe der letztgenannten Theorie, für die auch *Pflüger* eintritt, scheint in der Tat eine Erklärung der eigentümlichen Zementbildung an unseren Odontomzähnchen möglich zu sein, wobei man dann im Hinblick auf das vorwiegende Auftreten des Zementes an den Wurzelspitzen annehmen müßte, daß die vom Epithel ausgehende formative Beeinflussung paradentaler Bindegewebszellen zur Zementproduktion an diesen Stellen aus irgend welchen Gründen eine intensivere Wirksamkeit als an den übrigen Teilen der Wurzeloberfläche entfaltet.

Daß im übrigen für die Entstehung des gesamten periodontalen, der Zahnbefestigung dienenden Gewebsapparates formativ wirkende Faktoren von eminenter Wichtigkeit sein müssen, läßt sich aus interessanten Befunden in den in unmittelbarer Nachbarschaft der Zahnwurzegebilde gelegenen Bindegewebsmassen schließen. Man kann hier häufig beobachten, daß sich die Bindegewebsfibrillen in Nähe der Wurzelkörper zu parallel verlaufenden straffen Bündeln formieren und ganz nach Art der zwischen Zahn und Alveolarwand ausgespannten Haltefasern schräg apikalwärts in das Wurzelzement inserieren (Abb. 19). Die Entstehung dieser den *Sharpey*'schen Faserzügen der Wurzelhaut ganz offenbar identischen Bildungen kann hier ebenso wenig wie die Zementappositionen funktionell bedingt sein.

Trotz vieler weitgehender Ähnlichkeiten der histologischen Struktur der Gewebe des vorliegenden Hundeodontoms mit normalen Verhältnissen ist selbstverständlich zu bedenken, daß es sich immerhin um pathologische Bildungen in einer Geschwulst handelt, weswegen Vergleiche mit entsprechenden Gewebsbildungen an normalen, insbesondere menschlichen Zähnen, nur bedingt zulässig sind. Wenn die beschriebenen Befunde somit auch nicht unmittelbar zu Erklärungsversuchen der Genese der besprochenen Besonderheiten des Wurzelzementes herangezogen werden können, so warnen sie doch zum mindestens vor einer einseitigen Überschätzung der Begriffe funktionell-mechanisch, mit dem man sich gerade hinsichtlich der Gewebsbildungen im Paradentium und am Zahn, wie es scheint, oft allzuleicht über Vorgänge hinwegsetzt, die noch einer genaueren Untersuchung und Aufklärung bedürfen.

Zusammenfassung

Es werden histolgische Befunde eines Hundeodontomes beschrieben, das einen weitgehenden Differenzierungsgrad aufweist und zur Hauptsache aus einer großen Anzahl zahnähnlicher Gebilde besteht. Die Geschwulstzähnchen werden aus unregelmäßig verkalktem Regulärdentin, Zement, Pulpagewebe und geringen Mengen pathologischer Schmelzsubstanzen zusammengesetzt.

Prismenschmelz findet sich nur spurenweise. Die mangelhafte Schmelzbildung wird ursächlich in erster Linie auf die unvollkommene und unregelmäßige Verkalkung des Odontomdentins zurückgeführt.

Auffallende Unterschiede im morphologischen Verhalten des sogenannten Manteldentins gegenüber dem übrigen Dentin können eine Stütze für den Gedanken an eine Sondernatur der äußersten Dentinschicht abgeben.

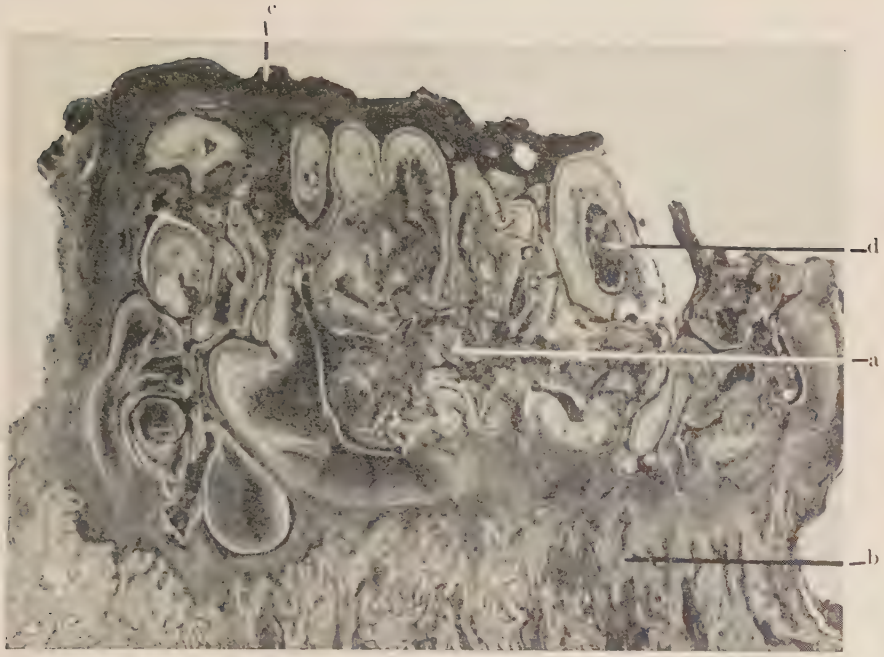

Abbildung 1 (Übersichtsbild)
a = Tumormasse; b = Kieferknochen; c = Mundhöhlenepithel;
d = Pulpenraum eines Odontomzähnchens.

Abbildung 4 (Querschnitt eines Geschwulstzähnchens im Kronenteil)
a = Dentin; b = Pulpa; c = schwachverkalktes Manteldentin; d = Bildungsprodukte des Schmelzepithels; e = Epithel (Schmelzorganreste); f = fibröses Bindegewebe; g = primitive Hartsubstanzen in der Pulpa.

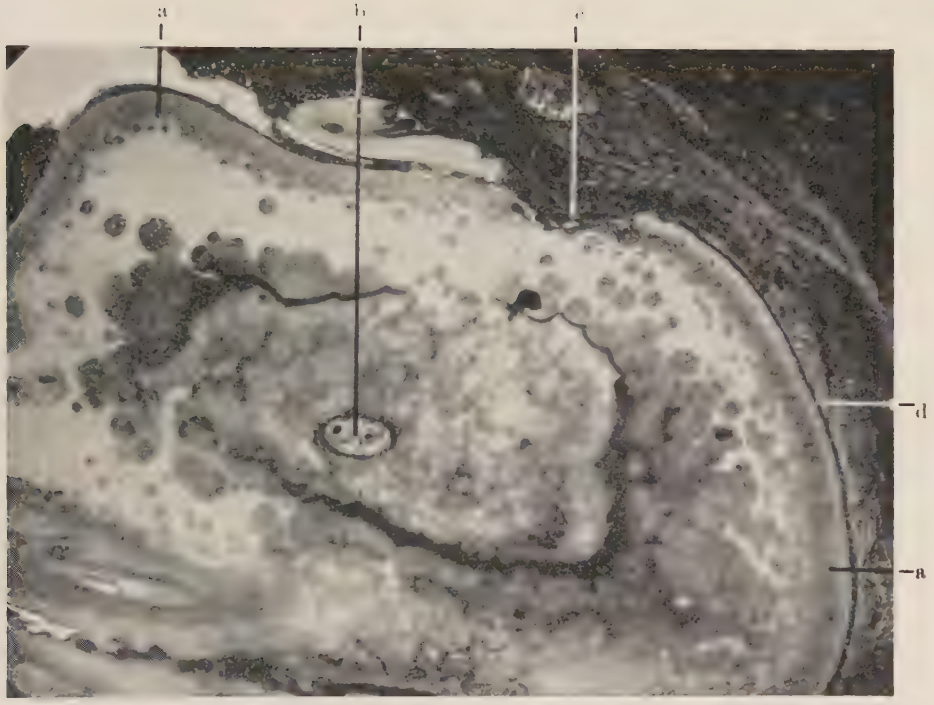

Abbildung 11

a = stärker verkalktes Manteldentin; b = Pulpenkanal; c = Resorptionslakunen mit Riesenzellen; d = Faserzement.

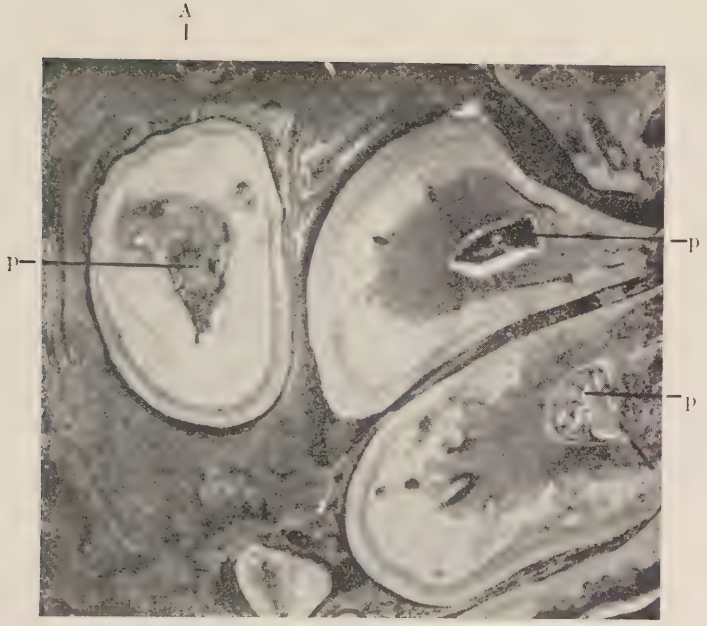

Abbildung 12
Schmale periphere Dentinsäume sowie pulpennahe Dentinbezirke sind verkalkt; p = Pulpa.

Abbildung 15 (Wurzelapex eines Geschwulstzähnchens)
a = Dentin; b = Pulpenkanal; c = Faserzement; e = fibröses Bindegewebe; d = Zellulärzement.

In den Pulpen einzelner Geschwulstzähnchen finden sich teilweise abnorme Hartsubstanzen, die an metaplastische Bildungen von knochen- oder zementartigem Charakter erinnern, die in Pulpen menschlicher Zähne oft beschrieben worden sind.

Die Wurzelspitzen der Odontomzähnchen zeigen Zementverdickungen, die den sogenannten physiologischen Zementhyperplasien an den Wurzelspitzen normaler Zähne entsprechen. Ihre Entstehung ist mit der geläufigen Anschauung einer rein funktionellen Bedingtheit des hyperplastischen Wurzelzementes nicht vereinbar.

Herrn Prof. Pflüger danke ich herzlich für die Anregungen und Ratschläge zu dieser Arbeit. Dank auch Fräulein John für die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Mikrophotographien.

LITERATURVERZEICHNIS

Adloff: Tomes'sche Körnerschicht, Interglobulardentin und Vasodentin. V. f. Z. 1930.

Baume: Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1885.

Bauer: Die Veränderungen der Zähne und Kiefer bei experimenteller Hunderachitis. Z. f. Stom. 1925, H. 5.

Bauer: Die Appositionsvorgänge und Resorptionsvorgänge an den Zähnen. Z. f. Stom. 1925.

Bencze: Befunde an der Dentinzementgrenze. Z. f. Stom., 1927.

Bruder: Über einen Fall von Odontoma durum beim Pferde. Dissertation Gießen 1912.

Euler: Spezielle Pathologie der Zähne. D. Z. W. 1933, 227.

Fischel: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen. Berlin 1929.

Fischer: Allgem. Biologie. Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde. H. 1.

Fölger: Geschwülste bei Tieren. Lubarsch-Ostertag: Ergebnisse der allgem. Pathologie. 1917, II, 18.

Häupl: Gewebsveränderungen an Paradentien von Brückenpfeilern. V. f. Z. 1929, Bd. 45.

Häupl—Lang: Marginale Paradentitis. Z. f. Stom. 1927, H. 12.

Heine: Beitrag zum Kapitel der Odontome. Dtsch. Ztschr. f. Chir. 1930. Bd. 224.

Hesse: Über Odontome. D. Ztschr. f. Kieferhlkde. 1935. H. 2.

Joest: Handb. d. spez. pathol. Anat. der Haustiere. Berlin 1929.

Kitt: Lehrb. d. pathol. Anatomie der Haustiere 1929.

Krompecher: Zur Histogenese und Morphologie der Adamantinome und sonstiger Kiefergeschwülste. Zieglers Beitrag 64. 1918.

Kronfeld: Die Zementhyperplasien bei nicht funktionierenden Zähnen. Z. f. Stom. 1927. H. 8.

Leisering: Zit. nach Joest.

Logan: Zit. nach Marshall.

Lohoff: Odontogenes Neoplasma beim Pferde. Monatsh. f. Tierhlkde. 14, 1903.

Marshall: Chirurg. Krankheiten des Gesichtes, der Mundhöhle und der Kiefer. The S. S. Whithe Dental Manuf'g. Co. 1889.

Pflüger: Die Lebensvorgänge im normalen und kranken Zahnbein. V. f. Z. 1932, H. 4.

Präger: Studien über das sekundäre Zement bei einem Fall von Paradentalpyorrhoe. D. M. f. Z. 1926.

Roth: Über eine Exostose aus der Schädelhöhle einer Ziege. Schweizer Archiv f. Tierhlkde. 1888.
Rywkind: Zur Pathologie der Odontome. V. f. Z. 1929.
Schlössmann: Zur Pathologie der Odontome. Zieglers Beitr. 44, 1908.
Schürmann—Pflüger—Norrenbrock: Die Histogenese ekto-mesodermaler Mischgeschwülste der Mundhöhle. Thieme Leipzig 1931.
Shmamine: Über das sekundäre Zement. Dtsch. Zahnheilkunde in Vorträgen. 1910.
Siegmund—Weber: Pathol. Histologie der Mundhöhle. Leipzig 1926.
Sutton—Bland: Beachtenswerter Fall von Odontom bei einer Ziege. D. M. f. Z. 180, H. 10.
Uskoff: Über ein großes Odontom des Unterkiefers. Virchow's Archiv 85, 537.
Vollmar: Histologische Untersuchungen der Hartsubstanzen an Fuchszähnen. Diss. Würzburg 1930.
Weidenreich: Über den Bau und die Entwicklung des Zahnbeins in der Reihe der Wirbeltiere. Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 76. 1925.
Wolf: Über Odontome. Z. f. Stom. 1926.
Histologische Befunde an Odontomen. Z. f. Stom. 1926.

LEBENSLAUF

Als Sohn des Stadtinspektors Johannes Hoffmann wurde ich am 29. Mai 1913 in Wernigerode am Harz geboren. Nach drei Vorschuljahren besuchte ich von Ostern 1924 das Städtische Gymnasium zu Wernigerode, wo ich im März 1932 das Zeugnis der Reife erhielt. Im Winter-Semester 1932/33 begann ich das Studium der Zahnheilkunde in Hamburg und bestand dortselbst nach drei Semestern die zahnärztliche Vorprüfung. Die klinischen Semester verbrachte ich in Hamburg und Freiburg i/Br. und erlangte im Oktober 1936 in Hamburg die Approbation als Zahnarzt. Seitdem bin ich ununterbrochen als Assistenzzahnarzt und Vertreter tätig gewesen.

Gottfried Hoffmann